

豊橋技術科学大学大学院 学生員 佐々木健二
 豊橋技術科学大学大学院 志賀 一夫
 豊橋技術科学大学 正員 河邑 真

1. はじめに

近年、液状化の予測や対策の研究が進み、液状化の予測手法については、室内動的せん断試験や地盤の応答解析を用いた種々の判定法が提案され、液状化の予測精度の向上が図られている。しかしながら、この液状化予測結果に基づいて対策を行なう際に必要となる、液状化が構造物に及ぼす影響については未だ不明な点も多い。そこで筆者らは、液状化時に構造物に作用する土圧に着目し、振動砂槽を用いた室内試験によって液状化が構造物に与える影響を考察した。

2. 実験概要

図-1は実験に用いたモデル砂槽である。寸法は、長さ120cm、高さ70cm、幅50cmで、砂槽底面には振動時に内部の試料と砂槽が一体となって動くようにサンドペーパーを接着してある。また砂槽の一方の側面には、試料のせん断変形を捕集しないように長さ60mmのウレタン製のフォームラバーを取り付けた。内部に設置したモデル壁は、その寸法は長さ20cm、高さ50cm、幅50mm、肉厚12mmのステール製の中空の箱で、鉄製のボリヲを入れることにより壁の重量を変えられることができる。モデル壁には、底面より10cm、20cm、30cmのとこに土圧計、および間隙水圧計を取り付けた。またモデル壁が土圧の増加によって移動する量を測定するために砂槽上部に変位計を取り付けた。砂槽に与えた振動は、振幅が1cmの正弦振動で、振動数を制御することにより、最大350galの振動加速度を加えることができる。実験に用いた試料は、木曽川砂で、比重 $G_s=2.65$ 、最大間隙比 $e_{max}=0.86$ 、最小間隙比 $e_{min}=0.61$ である。

実験は相対密度が0%~75%の範囲で行ない、壁の重さ3段階に変化させて表-1に示すような合計9ケースについて行なった。

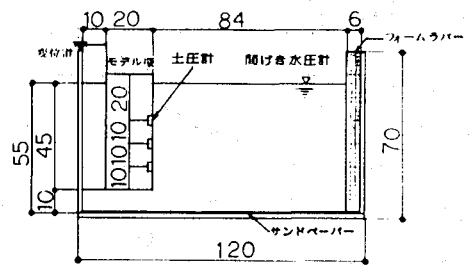
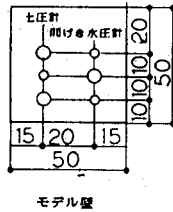


図-1 モデル砂槽 (cm)

表-1 実験番号

Case	相対密度(%)	壁重(kgf)
1 ○	29.57	75.0
2 □	3.63	116.7
3 △	0.0	137.6
4 ○	40.0	75.0
5 □	57.08	116.7
6 △	36.2	137.6
7 ○	67.35	75.0
8 □	74.73	116.7
9 △	69.69	137.5

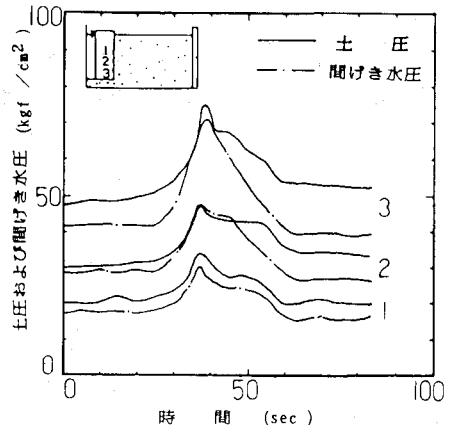
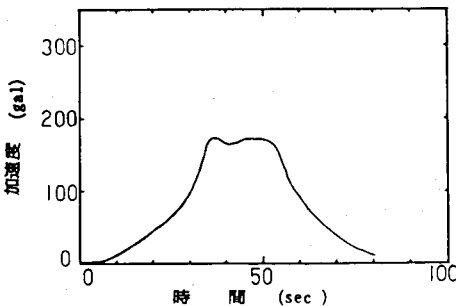


図-2 実験結果の一例

3. 結果の考察

実験結果の一例を図-2に示す。加速度 $a = 70 \text{ gal}$ (27 sec.) に達した地点から土圧、ならびに間隙水圧が急激に上昇し、両者が接近する。このとき砂槽表面には水が湧出し、地表面に置いたおもりが沈降し始めた。そして、ピーク付近で土圧と間隙水圧がほぼ一致し、砂粒子が完全に浮遊した事が示されている。

図-3は壁底面からの高さ $h = 20 \text{ cm}$, 30 cm の位置での間隙水圧の最大値と砂層の相対密度の関係を示したものである。 $h = 30 \text{ cm}$ では、相対密度の最も大きい Case B を除いて相対密度と壁の重さに関する関係なく、間隙水圧比がほぼ1.0に近く、液状化した事を示している。しかし $h = 20 \text{ cm}$ では相対密度の小さいものは液状化しているが、相対密度が大きくなるにつれて間隙水圧の上昇率が低くなる、という事が示されている。

図-4は、各実験で $h = 10 \text{ cm}$, 30 cm において間隙水圧がピークを示した時の砂槽の加速度の値をそれぞれ示したものである。 $h = 30 \text{ cm}$ の地点では、間隙水圧が最大となる時の加速度は、相対密度が小さい程小さくなるが顕著な傾向は見られない。しかし $h = 10 \text{ cm}$ の地点では、相対密度の小さい実験は、 $h = 30 \text{ cm}$ の場合とほぼ同じ加速度でピークを示しているが、相対密度が大きくなるにつれてピークの加速度が大きくなり、その傾向は $h = 30 \text{ cm}$ の場合よりも顕著である。

図-5は、最も小さな加速度で壁が移動し、間隙水圧がピーク値を示した Case 2 において、液状化が発生した時の砂槽加速度 $a = 110 \text{ gal}$ に着目し、各ケースにおける $a = 110 \text{ gal}$ での壁変位量を示したものである。これより相対密度が大きい場合壁変位が小さくなる。壁変位は、全ケースを通じて土圧や間隙水圧が上昇すると起り始め、壁変位により壁背後でより大きなせん断変形が生じ、これによって間隙水圧が上昇するという相互作用によって液状化が進行していくものと考えられる。

4. まとめ

以上により、液状化は振動による土圧と間隙水圧の上昇と壁変位によるせん断変形の増大という土と構造物の相互作用によって進行し、相対密度が小さい程液状化が生じ易く、液状化するために必要な加速度が小さい事がわかった。

(参考文献)

1) 河原久 (1983): 液状化時の壁面土圧, 第38回土木学会全国大会.

2) 吉見吉昭: 砂地盤の液状化, 技報堂出版.

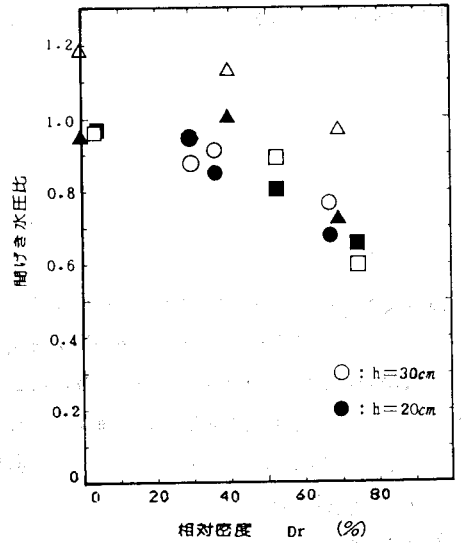


図-3 相対密度-間隙水圧比

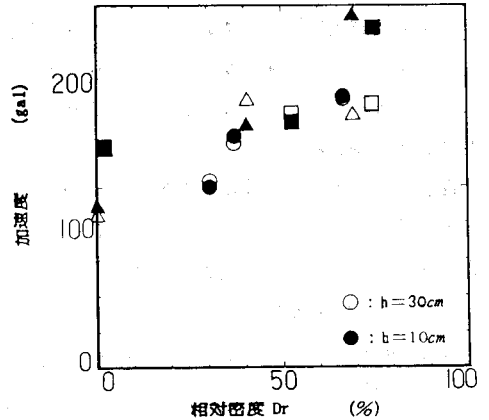


図-4 相対密度-加速度

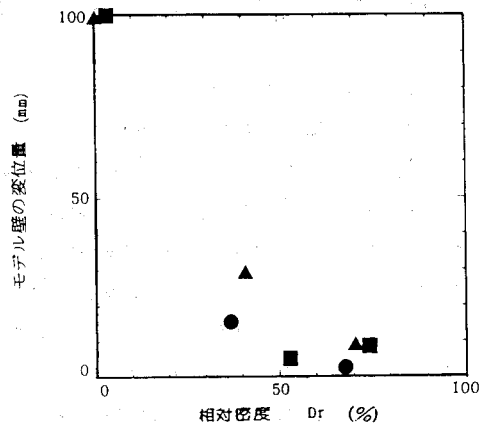


図-5 相対密度-壁変位量